



地球と宇宙の境界で何が起きているのか？ 地球超高層大気撮像観測

IMAP: Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere, and Plasmasphere mapping

背景

地上に存在する大気は空のどこまで続いているのでしょうか。

雲が発生したり雨が降ったりする気象現象が起こる「対流圏」と、オゾン層がある「成層圏」はよく知られていますが、その上にも、「中間圏」、「熱圏」、「電離圏」、「プラズマ圏」という名前の大気の領域が広がっていて、宇宙空間と地球との境目になっています。このような領域は「超高層大気」と呼ばれ、国際宇宙ステーションが飛んでいる高度400kmは「熱圏」と「電離圏」の中にあります(図1)。宇宙ステーションの周りやその上には空気が無いようにも思えますが、実際には空気があり、風も吹いています。

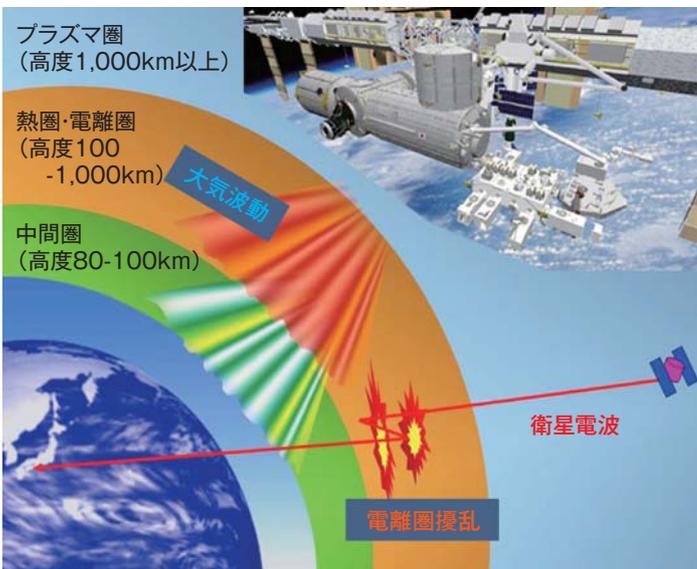


図1 地球超高層大気

図2はGPSを使って観測した2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の1時間後の高度300kmの電離圏の変動を表しています。震央付近を中心として同心円状の縞模様が見られますが、これは、地震によって作られた空気の波(音波)が地表から上へ上へと伝わり、国際宇宙ステーションの近くの大気を揺さぶった為に出来たものです。このように超高層大気では、オーロラのような宇宙空間からやってくるものと、地表付近などで作られる大気の乱れとが混ざり合っているため複雑な変化をしていますが、観測が難しい領域なのでこれまで解明が進んでいませんでした。

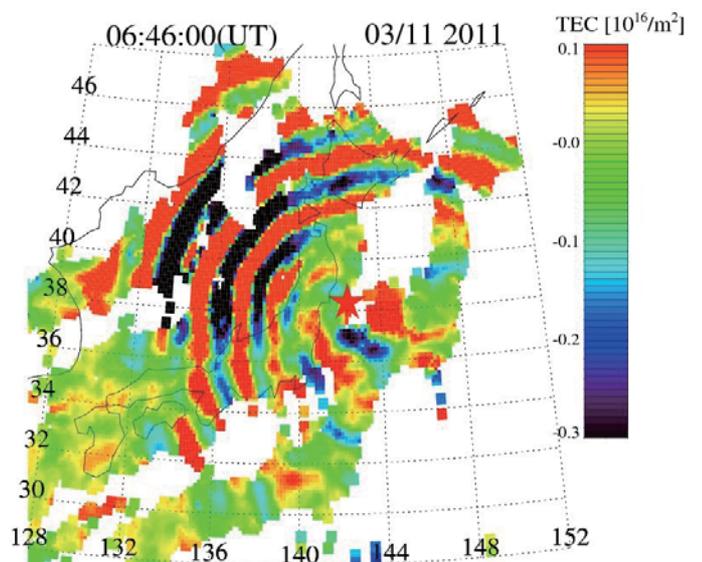


図2 地震によって作られた超高層大気の変動

目的

これまで観測が難しかった超高層大気ですが、最新の高感度のカメラを使って観測する事が出来るようになってきました。図3は魚眼レンズを付けた高感度CCDカメラによる地上からの中間圏の観測です。超高層大気は大気光と呼ばれる人の目には捉えられない淡い光を出して光っているのですが、それを測定することで中間圏で起こっている波動の様子を捉えています。宇宙ステー

ションからの地球超高層大気撮像観測ISS-IMAPミッションでは、この様な超高感度のカメラを国際宇宙ステーションに設置して、高度80kmから高度20,000kmの間で発光している微弱な光を測定する事で、地球大気と宇宙空間のはざままで起こっている様々な現象を捉えます。

実験内容

観測に使われる機器は、可視・近赤外分光撮像装置(VISI)と極端紫外線撮像装置(EUVI)の2セットのカメラと、そのデータを処理するミッションデータ処理装置(MDP)の3つです。

VISIは国際宇宙ステーションから下を見下ろすように下部に取り付けられ(図4)、酸素原子(O)と水酸基分子(OH)、酸素分子(O₂)の3つの原子・分子が出す大気光の光を撮像します。前方と後方の二つの視野を持つ事で、ステレオ撮像による立体的な撮像が可能です。

EUVIは国際宇宙ステーションから地球の縁とその上の空間を見るように後方に向けて取り付けられ(図4)、ヘリウム原子イオン(He(+))と酸素原子イオン(O(+))が太陽からの紫外線を反射して出す光を撮像します。ヘリウム原子イオンは、高度20,000kmまで広がっていて、地球大気の最も遠い所に存在します。

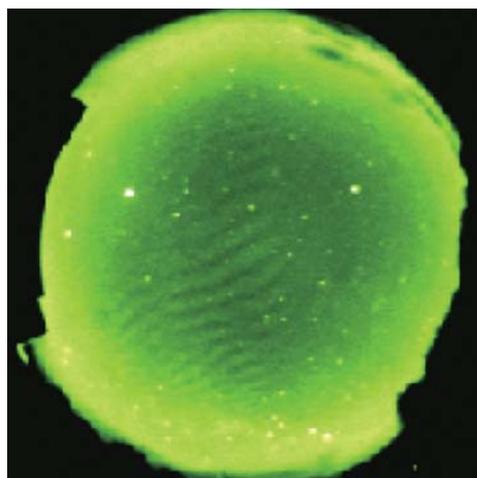
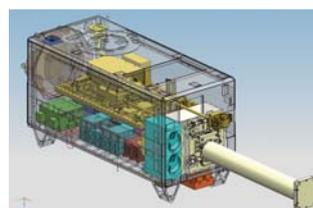
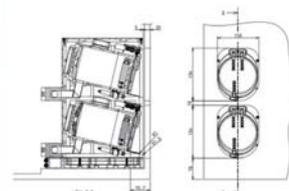


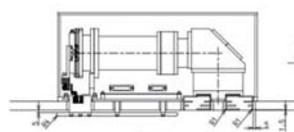
図3 地上の全天カメラによる中間圏波動の観測



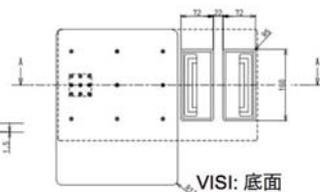
ポート共有実験装置(MCE)



EUVI: 側面 (左)、前面 (右)



VISI: 側面



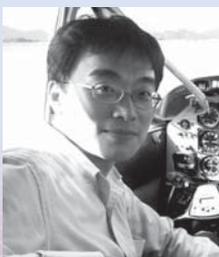
VISI: 底面

図4 IMAPの2つのカメラ: VISIとEUVI

ココがポイント!

今や日常生活に欠かせないカーナビや携帯電話ですが、その位置情報に欠かせないのがGPS(グローバル・ポジショニング・システム:全地球測位システム)衛星からの信号です。またBS(放送衛星)やCS(通信衛星)でも人工衛星が使われていて、今後ますます衛星利用の度合いは高まっていくでしょう。これらの衛星からの信号は超高層大気を通り抜けてきますが、この超高層大気で起こる乱れのために衛星からの信号が使用できなくなることがあります。今回の観測では、こうした乱れがいつ、どこで、どのように起こるかを詳しく撮像することでその乱れの謎を明らかにします。

プロフィール



齊藤 昭則

京都大学 大学院
理学研究科 准教授

専門: 超高層大気物理学



図5 可視・近赤外分光撮像装置(VISI)
下側がレンズ面になり、国際宇宙ステーションから下方を撮像する。



図6 極端紫外線撮像装置(EUVI)
上下に2つのカメラが並び、蓋を開いて撮像する。